



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 18 806 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
H 01 L 33/00

DE 42 18 806 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 42 18 806.7  
⑯ Anmeldetag: 6. 6. 92  
⑯ Offenlegungstag: 9. 12. 93

⑯ Anmelder:  
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

⑯ Erfinder:  
Birkenstock, Gerhard, 7105 Leingarten, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 27 19 567 A1  
US 50 40 044  
US 39 81 023  
US 37 39 217  
US 33 43 026

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement

⑯ Bei einem Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement ist auf  
einem N-dotierten Substrat zur Bildung eines PN-Übergangs  
eine P-dotierte Epitaxieschicht abgeschieden. In die Oberflä-  
che der Epitaxieschicht sind zur Vergrößerung der Lichtaus-  
trittsfläche in flächiger Anordnung Vertiefungen einge-  
bracht.

DE 42 18 806 A 1

## Beschreibung

Bei der Herstellung der Lumineszenz-Halbleiterelemente von Mesa-Lumineszenz-Dioden (Mesa-LEDs) – beispielsweise Infrarot-Dioden oder Grünlicht-emittierende Dioden – wird zur Bildung eines PN-Übergangs auf ein N-dotiertes Substrat eine P-dotierte Epitaxieschicht abgeschieden. Durch Grabenätzung werden die Mesastrukturen erzeugt, die Lumineszenz-Halbleiterelemente entlang der Mesagräben vereinzelt und unter Verwendung eines Reflektors in ein Gehäuse eingebaut.

Bei Stromfluß durch die Lumineszenz-Halbleiterelemente wird Licht emittiert, wobei die vom Brechungsin-dex und von geometrischen Faktoren abhängige Austrittsoberfläche entscheidend für die Licht- bzw. Strahlungsausbeute ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement gemäß dem Oberbe-griff des Patentanspruchs 1 mit vergrößerter Lichtaus-beute anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Merkmal im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die in die Oberfläche der Epitaxieschicht, d. h. in die Mesa-Oberfläche eingebrachten Vertiefungen entsprechen in ihrer Funktionsweise "Mikroreflektoren", die die Oberfläche der Epitaxieschicht vergrößern. Daher steht gegenüber konventionellen Lumineszenz-Halbleiter-elementen mehr Oberfläche für den Licht- bzw. Strah-lungsaustritt zur Verfügung, die Austrittswahrscheinlichkeit des Lichts bzw. der Strahlung steigt an, so daß bei einem bestimmten Stromfluß mehr Licht bzw. Strahlung aus der LED austreten kann.

Die Vertiefungen werden in flächiger Verteilung vor-zugsweise jeweils unmittelbar aneinandergrenzend angeordnet und befinden sich überwiegend im Randbe-reich der Mesa-Oberfläche, wo sie sich bis an den Rand der Mesaflanke erstrecken. Hergestellt werden die Ver-tiefungen (beispielsweise Löcher/Ätzgruben oder Ril- len) durch physikalisches oder chemisches Abrägen der Oberfläche der Epitaxieschicht; beispielsweise können sie durch chemische Ätzung mittels einer Maske in die Epitaxieschicht eingebracht werden, wobei die Tiefe der "Reflektoren" abhängig von der Geometrie der Maske ist. Durch die Vergrößerung der Lichtausbeute kann die Struktur der LEDs verkleinert werden, wodurch die Herstellung der LEDs billiger wird.

Weiterhin soll die Erfindung anhand des in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben werden.

Die Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht und die Fig. 2 im Schnitt ein vereinzeltes Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement, bei dem auf einem N-dotierten Sub-strat 1 eine P-dotierte Epitaxieschicht 2 zur Bildung des PN-Übergangs 3 angeordnet ist. In der Mitte der Epitaxieschicht 2 ist auf deren Oberfläche 4 ein Metallisie-rungsfleck 8 vorgesehen, auf dem ein Bonddraht 7 zur Kontaktierung des Lumineszenz-Halbleiterelements angebracht ist; vom Metallisierungsfleck 8 weg erstrek-ken sich auf der Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 Metallisierungsfinger 9, die zur großflächigen Kontaktie-rung des Lumineszenz-Halbleiterelements dienen. In die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 sind – abgese-hen vom Bereich des Metallisierungsflecks 8 und der Metallisierungsfinger 9 – ganzflächig Vertiefungen 5 eingebracht, die halbkugelförmige Gestalt besitzen und bis zum äußeren Rand der Epitaxieschicht 2, das heißt

bis zur Mesaflanke 6 reichen.

Das N-dotierte Substrat – beispielsweise aus Galli-um-Phosphid – besitzt eine quaderförmige Gestalt mit der quadratischen Grundfläche von 290 µm x 290 µm und der Höhe (Substratdicke) von 265 µm, auf dem die Mesastruktur mit einer Mesa-Basisfläche von 260 µm x 260 µm, einer Mesahöhe von 15 µm und einem Mesawinkel von ca. 60° angeordnet ist. Die P-Epitaxieschicht 2 besteht beispielsweise aus Gallium-Phosphid und ist in einer Dicke von beispielsweise 10 µm auf das N-Sub-strat 1 aufgebracht. Auf die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 ist im Zentrum der Metallisierungsfleck 8 mit einem Durchmesser von 100 µm aufgebracht; von die-sem aus erstrecken sich vier Metallisierungsfinger 9 mit jeweils 25 µm Länge, wobei die äußeren Enden der Metallisierungsfinger 9 jeweils 140 µm voneinander ent-fernen sind. In die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 werden mittels einer strukturierten Maske durch einen chemischen Ätzprozeß ca. 80 Vertiefungen mit einem Durchmesser von 6 µm und einer Tiefe von 3 µm ganz-flächig aufgebracht.

Abweichend von dem vorgestellten Ausführungsbeispiel können jedoch Anzahl, Geometrie, Tiefe und An-ordnung der Vertiefungen sowie das Herstellungsver-fahren je nach gewünschtem Anwendungsfall bzw. Ver-wendungszweck variabel gewählt werden.

## Patentansprüche

1. Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement mit einem N-dotierten Substrat (1), auf dem zur Bildung eines PN-Übergangs (3) eine P-dotierte Epitaxieschicht (2) abgeschieden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Oberfläche (4) der Epitaxieschicht (2) in flächiger Anordnung Vertiefungen (5) eingebracht sind.
2. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) im wesentlichen im Randbereich der Epitaxieschicht (2) angeordnet sind.
3. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertie-fungen (5) bis an die Mesaflanke (6) reichen.
4. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) jeweils unmittelbar aneinander-grenzen.
5. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) im wesentlichen eine halbkugel-förmige Gestalt aufweisen.
6. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) als Streifen/Rillen ausgebildet sind.
7. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) durch chemischen oder physikali-schen Abtrag in die Oberfläche (4) der Epitaxieschicht (2) eingebracht sind.
8. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) mittels chemischem Maskenätzen in die Epita-xieschicht (2) eingebracht sind.
9. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Ver-tiefungen (5) abhängig von der Geometrie der Mas-ke gewählt ist.

DE 42 18 806 A1

3

4

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

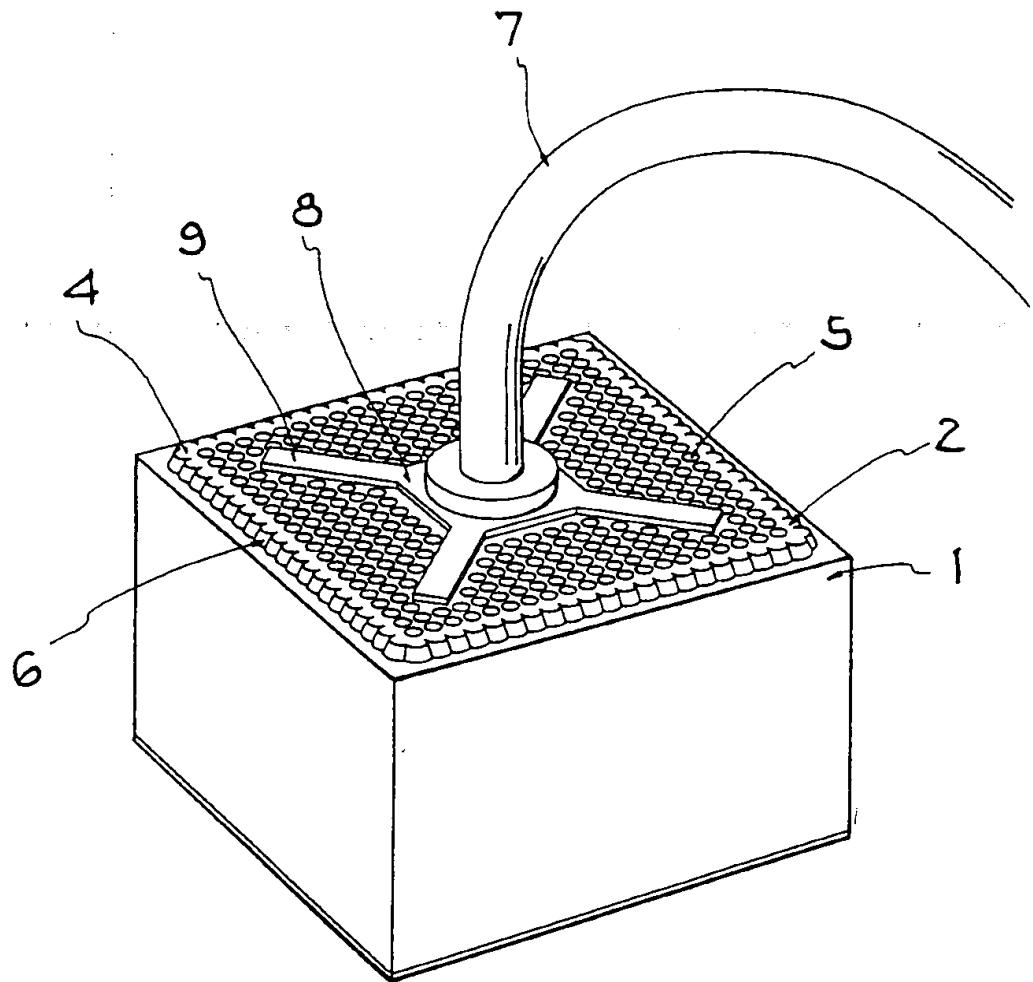


FIG. 1

X

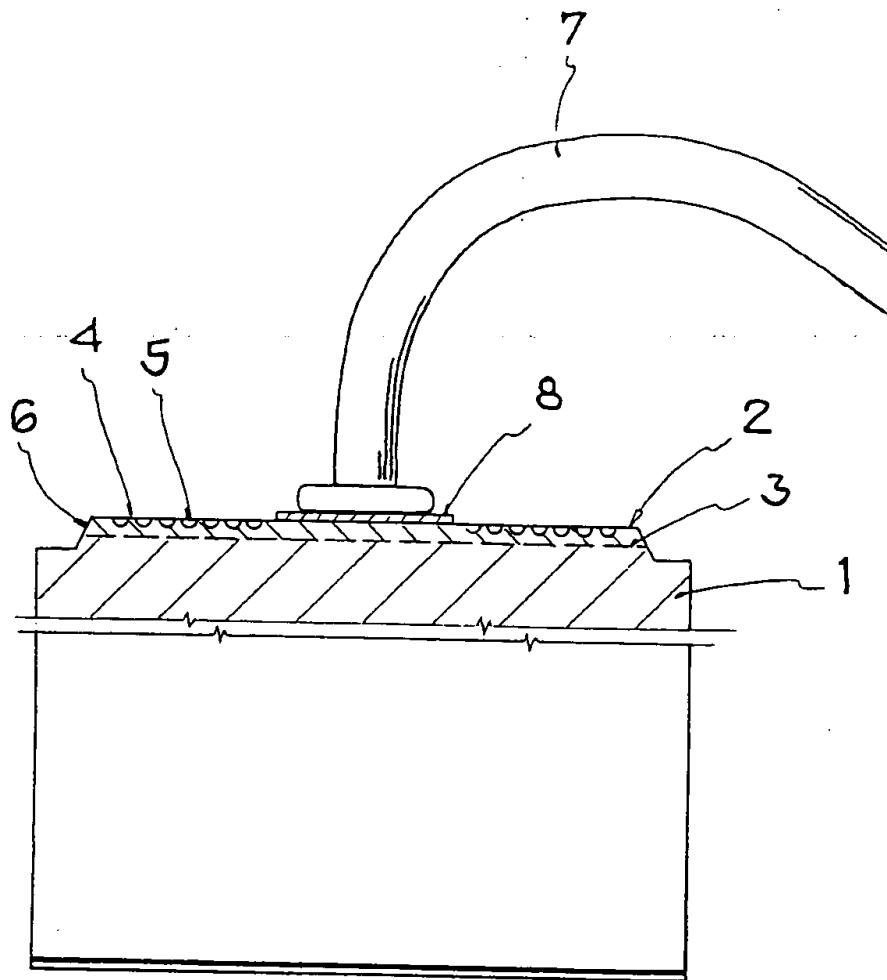


FIG. 2